

基于信息空间理论的智慧城市模型构建

徐 静, 陈秀万

北京大学地球与空间科学学院, 北京 100871

摘要 城市信息空间是以城市地域空间为基础, 以城市信息要素为载体, 借由信息流实现城市信息纵向贯通、横向互联的虚拟空间。新一代信息技术正推动着信息空间结构和层次的提升, 智慧城市代表了高级阶段的城市信息空间, 其数据采集、信息交互、系统应用表现为透彻感知、深度互联、智能应用的特点。基于信息空间理论, 本文提出了智慧城市的“3I”信息空间, 即感知空间、互联空间和智能空间, 并构建了智慧城市的三维模型, 旨在丰富智慧城市相关的理论体系, 为中国智慧城市实践提供指导。

关键词 信息空间; 智慧城市; 三维模型

中图分类号 F292

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2013.22.009

Construction of Smart City Model Based on Information Space Theory

XU Jing, CHEN Xiuwan

School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China

Abstract Information space of an urban system is a virtual space based on urban geographical space, which is filled with information elements, and interconnected by information flows both longitudinally and laterally. The development of new generation information technology is upgrading both structure and level of information space. Smart city which represents the advanced stage of urban information space has characteristics of thorough perception, interconnection, intelligent application in the process of data collection, information exchange and system application performance. Based on the information space theory, "3I" information space including instrumented, interconnected and intelligent space is proposed, and a three-dimensional model of smart city is constructed to enrich the theoretical system, so it can provide the guidance for China's smart city practice.

Keywords information space; smart city; three-dimensional model

0 引言

高速发达的现代信息技术, 不仅推动着经济增长新方式和社会发展新模式的出现, 而且促进了空间新要素的生成, 即信息空间。自 20 世纪 70 年代以来, 国内外学者开展了关于信息空间的广泛研究。美国建筑学家沃尔曼^[1]从建筑学角度研究有关城市环境的信息如何被收集、组织并以有意义的方式提供给人们, 提出了信息架构的概念; 曼纽尔·卡斯泰尔^[2]和马克斯·H·布瓦索^[3]等从社会学角度研究信息空间问题, 就信息空间及其对社会结构的影响进行了研究, 为考察社会系统内的知识和信息生产与交换提供了有效工具; 信息学界对信息空间的关注是在 20 世纪 90 年代后, 随着新一代信息技术的发展, 以及硬件和软件成本的不断降低, 关于计算机网络信息空间^[4,5]的研究及其与传统空间融合的研究成为重要议题。

作为传统地理空间的延伸和异化, 信息空间具有跨越空间和时间的特征, 是当今和未来人文地理学、计算机与信息科学不可避免的研究对象。城市是人类活动的空间聚集体, 传统意义上的城市空间一般不涉及非物质空间, 而在信息技术高速发展和城市化进程逐步加快的形势下, 以城市系统为对象开展城市信息空间研究具有重要意义。因而, 与传统的物理或实体空间相对应, 本文基于信息空间理论, 结合城市信息化趋势, 研究智慧城市的信息空间及其模型, 旨在为智慧城市建设提供理论框架和实践指导。

1 信息空间理论基础

不同时期的空间有着不同的内涵。中世纪的空间指的是定位空间, 特点是地方化; 从 17 世纪起, 空间的特点是延伸; 现代社会, 空间的特点是基地。现代社会中, 基地取代了延

收稿日期: 2013-04-08; 修回日期: 2013-05-28

作者简介: 徐静, 博士后, 研究方向为城市信息化、管理信息系统, 电子信箱: 1206381303@pku.edu.cn

伸,这里所说的基地相当于网络中的节点。互联网的迅猛扩张推动着信息技术的更新换代,信息技术不仅深刻地影响了社会系统和经济结构,同时也重构了物理和虚拟空间结构形式,这就是信息空间的萌芽和产生。

信息空间概念的形成也有一个演变的过程,从麦克卢汉所说的“地球村”到威廉·吉布森的“赛博空间”,再到迈克尔·海姆的“虚拟现实”以及马克斯·H·布瓦索的“信息空间”、钱学森的“智慧大世界”等。信息空间是描述信息环境的一个重要概念。近年来,中国关于信息空间的定义和结构亦有不少研究成果。杜智华^[6]提出了信息以及信息空间的一种数学描述;汪小龙^[7]基于信息获取科学,根据信息的差异性,提出了信息的数学描述以及信息空间的公理化体系;黄宏斌等^[8]给出了基于本体的元数模型以及信息、信息空间的数学模型和信息聚焦的数学描述,并在此基础上提出了基于本体的语义相关及信息聚焦的形式化描述。

城市是一个动态、开放的复杂系统^[9,10],从知识经济的观点出发,城市可以认为是物质、能量和信息这3种资源的有机整合,对应于城市空间理论就是地理空间实体、经济文化背景和信息空间资源3个方面。20世纪90年代开始,随着信息技术的飞速发展,以互联网为代表的现代信息网络渗透到城市经济和社会生活的方方面面,正日益改变着人类传播知识、交流信息、共享资源和休闲娱乐的方式,创造着新的生产、流通、运营和交易模式,对城市发展产生了重大而深远的影响。正如威廉·米切尔所述:计算机网络像街道系统一样成为都市生活的根本,内存容量和屏幕空间成为宝贵的受欢迎的房地产,大多数经济、社会、政治、文化活动转移到了电脑化空间^[11]。21世纪人们将不仅居住在由钢筋混凝土构造的“现实”城市中,同时也栖身于由数字通信网络组建的“软城市”里。

就现代城市系统而言,海量信息要素和信息流的存在,构筑了信息社会下的城市虚拟空间,它是以城市地域空间为基础,以城市信息要素为载体,借由信息流实现城市信息纵向贯通、横向互联的虚拟空间。可以说,信息时代的到来赋予了城市空间的虚拟含义。

2 城市信息空间分析

根据马克斯·H·布瓦索提出的信息空间(I-space)模型,信息空间由编码、抽象和扩散3个维度构成。编码和抽象的二维空间反映了数据处理和储存的方式,称为认识论空间,简称E空间;抽象和扩散的二维空间反映了知识的抽象程度与其效用之间的关系,称为效用空间,简称U空间;编码和扩散的二维空间反映了不同类型的信息和知识构成,以及在一个特定群体中分享的方式,称为文化空间,简称C空间。

对城市系统而言,E空间主要形成于城市信息采集提取的过程,U空间主要形成于城市信息系统的应用过程,C空间主要形成于信息交互共享的过程,三者共同构成了城市系统的信息空间架构。

信息技术是促进城市信息空间形成的一个先导因素,下一代通信网络、物联网、云计算等新一代信息技术正推动着城市信息空间结构和层次的提升。从发展趋势看,智慧城市^[12]代表了高级阶段的信息空间。在智慧城市的信息空间中,其数据采集、信息交互、系统应用表现为透彻感知、深度互联、智能应用的特点,如图1所示。因而,可以认为智慧城市的信息空间由感知空间、互联空间和智能空间构成,称为智慧城市的“3I”空间。

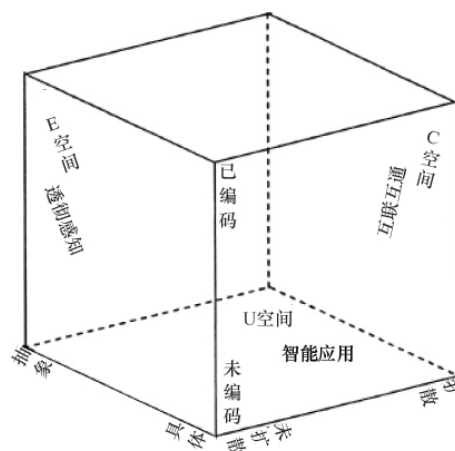


图1 信息空间模型

Fig. 1 Information space model

2.1 感知空间

透彻感知指利用任何可以随时随地感知、测量、捕获和传递信息的设备、系统或流程,快速获取任何所需信息并进行分析。智慧城市的感知空间需要对城市的各个领域进行全方位深度的感知并提取相关信息,其范围涉及城市的各个方面;组织/人、环境、交通、商业、政务、通讯、水和能源等,并将根据城市的发展不断拓展感知的范围。

2.2 互联空间

互联互通指通过各种形式的高速、高带宽的通信网络工具,将个人电子设备、组织和政府信息系统中收集和储存的分散信息及数据连接起来,进行交互和多方共享。在一个城市中,可同时存在成百甚至上千个控制系统,每个系统执行各自的专门任务。例如,大部分十字路口红绿灯是以可编程的逻辑控制器(PLC)系统为基础的独立控制系统。因而,智慧城市的互联空间是充分共享的,需要聚集所有的单独系统,从而更好地对环境 and 业务状况进行实时监控,从全局角度分析形势并实时解决问题,使工作和任务可以通过多方协作得以远程完成,以改变整个城市的运作方式。

2.3 智能空间

智能应用是指深入分析收集到的数据,以获取更加新颖、系统且全面的信息来解决特定问题。智能应用需要深入到城市活动方方面面,这些应用包括智能的公共服务、综合管理、交通、物流、城市运行指挥中心、低碳环保、制造、电网、商业、创业、食品安全、医疗、公共安全、水利、建筑、文化教育等。智慧城市的智能空间将这些系统协调在一起,全面服务

于城市管理、服务以及产业和经济的发展。

3 智慧城市模型构建

智慧城市需要一系列的服务创新,向城市范围内的政府、企业和居民提供基于网络的交互信息^[13]。因此,智慧城市建设立足于城市组织(人)、技术、经营管理等要素,优化运行中物流、信息流、控制流、知识流、价值流,建设的一般内容是

创造性的运用和发展现有技术,建立为实现保民生、保稳定、保增长的城市运行目标所急需的复杂智慧系统。

把智慧城市视为一个复杂的自感知、自调节的闭环系统,该系统包含感知、传输与互联、优化(或称智慧化处理)与反馈,以及复杂的信息流、控制流、知识流、价值流的协同优化。基于透彻感知、深度互联和智能应用“3I”空间,构建了智慧城市的三维模型,如图2所示。

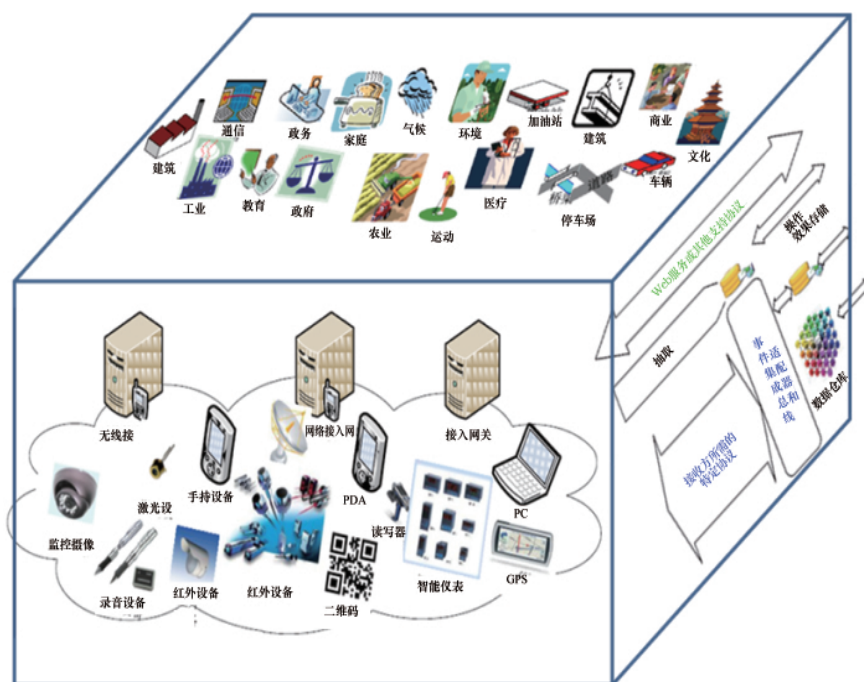


图2 智慧城市三维模型

Fig. 2 Three-dimensional model of smart city

3.1 透彻感知

城市的自然对象、人造设备、各类系统都可以植入感知器,通过感知器可以把对象的静态属性、动态属性反映出来。在智慧城市的感知空间中,基于传感器系统将可见性扩展到实际运输、公用事业、水资源和城市建筑等领域中,提供以前无法利用(不可用或数据收集成本过高)的新的实时数据源,包括水、空气、电、气、道路、桥梁、房屋、排污口、停车场、车辆、人体、工厂、医院、物流、产品、商品、视频、卫星、飞机等信息。

对于智慧城市中需要感知的各个方面,应结合各种感知和提取设备及相关技术,收集相应的信息并进行存储与处理。在数据感知和提取过程中,各种设备根据应用需求构建不同类型的网络,采集不同范围的信息,可以是各种无线设备构成的无线网络采集,也可以是传感器、电子标签(RFID)等构成传感网络,还可以是个人计算机、掌上电脑(PDA)等。

3.2 深度互联

在智慧城市的互联空间中,事件处理软件从原始传感器输入流中导出和业务相关的事件,集成中间件可将这些数据带入所需情景中,实现对运营系统实际行为的洞察。通过互联化,可将来自单独域控制系统和其他数据源的数据连接起

来,并结合其他存在于整个城市中的相关事件信息,将各种输入数据映射到关联事件中,形成丰富的数据源,用于改善决策。

互联互通是跨领域、跨时空的,涉及复杂的信息流、控制流、知识流等的优化与处理过程。因而,智慧城市要借助互联软件工具、互联模型和支撑各类智能应用的软件包,按照智慧性、广域性进行加工和关联。深度互联的关键在于:①事件处理和服务,包括事件和流处理、数据识别聚集和关联;②数据建模和集成,包括针对域的信息模型、可互操作的信息框架、与现有数据集成、联合数据管理;③流程整合,包括扩展现有系统并启用新的业务流程、监控业务流程等。

3.3 智能应用

在智慧城市的智能空间中,要求使用先进技术(如数据挖掘和分析工具、科学模型和功能强大的运算系统)处理复杂的数据分析、汇总和计算,以便整合和分析海量的跨地域、跨行业和职能部门的数据和信息,并将特定的知识应用到特定行业、特定场景、特定解决方案中,以更好地支持决策和行动。

智能应用主要体现在:①随需性,即按照用户要求提供任何形式的服务;②普适性,即任何时间、任何地点的服务;

③ 敏捷性,即提供操作上可视、便捷的服务;④ 综合性,即按照复杂的计算模型和数学模型,给决策人员智能的优化服务。根据这些特点,智能应用端包括:计算机终端、电话、移动手机、智能终端、交互式网络电视(IPTV)、移动视频、三维图形终端、自然界模型终端等。

4 结语

在新的时代背景下,衡量一个城市发达与否的标志已经发生了根本性变革。一个城市的强大与否,并不只是在于城市的实体地理空间的大小,例如规模、人口等。信息时代的到来赋予了城市空间的虚拟含义,信息空间要素在衡量城市综合竞争力中所占比重越来越大。信息技术是促进城市信息空间形成的一个先导因素,新一代信息技术正推动着城市信息空间结构和层次的提升。智慧城市代表了高级阶段的城市信息空间,其数据采集、信息交互、系统应用表现为透彻感知、深度互联、智能应用的特点。

基于信息空间理论,本文提出了智慧城市的“3I”信息空间,即感知空间、互联空间和智能空间,并构建了智慧城市的三维模型。在智慧城市三维模型中,信息的流动和变换过程非常复杂,源于感知空间的各类数据通过互联化处理实现指标、事件和流程等信息的跨组织充分共享,使用户能够智能地访问这些信息并采取行动或制定决策。研究成果对于中国城市信息化特别是智慧城市实践具有指导作用。

参考文献 (References)

- [1] Wurman R S, Bradford P. Information architects[M]. Zurich: Graphis Press, 1996.
- [2] Manuel C. High technology, space, and society [M]. London: Sage Publications, 1985.
- [3] Boisot M H, MacMillan I C, Han K S. Explorations in information space:

Knowledge, agents, and organization[M]. Oxford: Oxford University Press, 2007.

- [4] 张捷,顾朝林,都金康,等. 计算机网络信息空间(Cyberspace)的人文地理学研究进展与展望[J]. 地理科学, 2000, 20(4): 368-374.
Zhang Jie, Gu Chaolin, Du Jinkang, et al. Scientia Geographica Sinica, 2000, 20(4): 368-374.
- [5] 汪明峰,宁越敏. 网络信息空间的城市地理学研究: 综述与展望[J]. 地球科学进展, 2002, 17(6): 855-863.
Wang Mingfeng, Ning Yuemin. Advance in Earth Sciences, 2002, 17(6): 855-863.
- [6] 杜智华. 信息空间的数学模型[J]. 新疆师范大学学报: 自然科学版, 2000, 19(2): 12-14.
Du Zhihua. Journal of Xingjiang Normal University: Natural Sciences Edition, 2000, 19(2): 12-14.
- [7] 汪小龙. 信息获取科学的若干问题研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2003.
Wang Xiaolong. Research on some questions in information-acquisition science[D]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2003.
- [8] 黄宏斌,熊芳,邓苏,等. 基于语义相关的信息聚焦数学模型及方法研究[J]. 计算机科学, 2011, 38(8): 185-188.
Huang Hongbin, Xiong Fang, Deng Su, et al. Computer Science, 2011, 38(8): 185-188.
- [9] Kou X D, Xue H F, Yang L. Urban systems engineering: A new exploration to urban development research [J]. Journal of Shanxi University of Science & Technology, 2006, 24(6): 132-137.
- [10] 段汉明,杨大伟. 城市系统复杂性的数学描述初探[J]. 人文地理, 2007, 22(3): 112-115.
Duan Hanming, Yang Dawei. Human Geography, 2007, 22(3): 112-115.
- [11] Mitchel W J. City of bits: Space, place, and the infobahn[M]. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.
- [12] Kanter R M, Litow S S. Informed and interconnected: A manifesto for smarter cities[R]. USA: Havard Business School Working Paper, 2009.
- [13] Kuk G, Janssen M. The business models and information architectures of smart cities[J]. Journal of Urban Technology, 2011, 18(2): 39-52.

(责任编辑 王媛媛)



SCIENCE & TECHNOLOGY REVIEW

《科技导报》“研究论文”栏目征稿

“研究论文”栏目专门发表自然科学、工程技术领域具有创新性的研究论文,要求学术价值显著、实验数据完整、具有原始性和创造性,同时应重点突出、文字精炼、引证及数据准确、图表清晰,并附中、英文摘要以及作者姓名、所在单位、通信地址、关键词等信息。在线投稿:www.kjdb.org。